

# 海洋ユビキタスセンシングのためのマリنبロードバンドの構築

和田雅昭<sup>†</sup> 畑中勝守<sup>‡</sup> 戸田真志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 公立はこだて未来大学 <sup>‡</sup> 東京農業大学

近年、様々なユビキタスコンピューティングシステムの研究が報告されているが、洋上でのアプリケーションは殆ど報告されていない。その理由の一つとして、ブロードバンドの整備が洋上にまで及んでいないことが挙げられる。そこで、本報では水産業における生産効率の向上を目的として、無線 LAN システムを用いたマリنبロードバンドを提案する。最初の試みとして、海岸線に基地局を設置し小型漁船を移動局とする 1:1 の通信実験を行った。その結果、基地局から半径約 5km の範囲で通信が可能であることを確認した。また、小型漁船の航海計器を対象としたセンサネットワークシステムを構築することにより海底地形図が作成できることを示した。

キーワード：マリنبロードバンド，無線 LAN システム，センサネットワークシステム

## An Application of Marine Broadband Framework for Fisheries

Masaaki WADA<sup>†</sup>, Katsumori HATANAKA<sup>‡</sup> and Masashi TODA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> FUTURE UNIVERSITY-HAKODATE, <sup>‡</sup> TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE

In recent years, though various kinds of ubiquitous computing systems are becoming available, applications for ocean use is quite limited. One of the main reasons, the development of broadband in the ocean is not yet a reality. Therefore, the authors propose the construction of the Marine Broadband using wireless network system. As a preliminary experiment, we set up the base station on a coastline and conducted a 1:1 transmission experiment with a vessel. As a result, we confirmed that transmission within a range of approximately 5km radius from the base station is possible. Also, constructing a sensor network system targeting vessel indicated that it is possible to create a bathymetric chart.

Keywords: Marine broadband, Wireless network system, Sensor network system

## 1. はじめに

我が国の漁業従業者数は全国的に減衰の一途を辿っており、例えば函館圏では平成 5 年から平成 15 年までの 10 年間に 6,696 人から 3,242 人へと減少し、ほぼ半減している。また、国の水産基本計画を基にしたコホート法による試算では、平成 24 年には更に半減し 1,457 人にまで減少するとされている。このような状況の中、現在の漁獲量を維持していくためには生産効率の向上が不可欠である。

効率化の手段として、情報通信技術の導入は有効な手段であると考えられる。本報では沿岸域に無線 LAN システムを用いてブロードバンド環境を構築し、小型漁船を対象として行なったセンサネットワークシステムの実験について報告する。

## 2. 海洋ユビキタスセンシング

### 2.1 小型漁船の活用

国内には約 13 万隻の動力漁船が登録されており、その 4 分の 3 以上に相当する約 10 万隻が沿岸を主な操業海域とする 10 トン未満の小型漁船である。近年の小型漁船には GPS をはじめとして、プロッタ、サテライトコンパス、水温計、潮流計、魚群探知機など、様々な航海計器が搭載されており、これらの情報を共有することにより、大規模な海洋情報データベースの構築が可能になると考えられる。

しかしながら、航海計器により取得した情報は船上で一次利用されるにとどまり、蓄積して二次利用することは行われていない。そこで、情報通信技術導入の第一歩として、小型漁船に搭載され

ている航海計器を対象としたセンサネットワークシステムの構築を行った。

## 2.2 海底地形図の作成

小型漁船に搭載されている航海計器は、漁法やトン数により違いがあるものの、現在では殆どの小型漁船に GPS と魚群探知機が搭載されている。魚群探知機では魚群以外にも海底を検出し深度を計測していることから、GPS と組み合わせることで三次元の座標を取得することができる(図1)。さらに、小型漁船は移動体であることから、取得データは空間的な拡がりを持ち、三次元座標群として処理することにより、海底地形図の作成が可能であると考えられる。

現在、国内の航海計器メーカーは財団法人日本水路協会[1]が発行している航海用電子参考図(Electric Reference Chart)を用いた等深線をプロットに表示している。ERC は海上保安庁刊行の海の基本図に基づいて作成されているものの、海の基本図が整備されていない海域や刊行から 30 年以上が経過している海域も少なくないことから、最新の詳細な海底地形図を作成し、活用することにより生産効率が向上すると期待される。

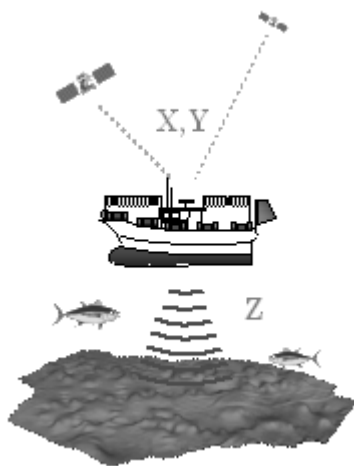


図1 三次元座標の取得

## 2.3 NMEA0183

航海計器の相互接続を目的として、The National Marine Electronics Association[2]ではデータ入出力のインタフェースを規格化しており、NMEA0183 と呼ばれるシリアルインタフェースが広く普及している。GPS からは GPGGA センテンスで時刻、緯度、経度および測位ステータスが、

GPZDA センテンスで年月日が出力されている。また、魚群探知機からは SDDBT または SDDPT センテンスで水深が出力されている。

## 3. センサネットワークシステム

### 3.1 センサネットワークシステムの構築

センサネットワークシステムの実験は、新星マリン漁業協同組合所属のナマコ桁曳網漁船第 27 徳漁丸(図2)の協力により実施した。ナマコ桁曳網漁は 20~30m の水深域において桁網を曳く漁法であり、海岸線から数 km の範囲を漁場としていることから、無線 LAN システムの評価に適している。徳漁丸には GPS プロッタ (GTD-111) および魚群探知機 (FCV-262) が搭載されており(図3)、シリアルインタフェースを有したセンサノードを徳漁丸に搭載し、陸上の基地局にサーバを設置することでセンサネットワークシステムを構築した。

なお、無線 LAN システムには海上での基礎実験が報告[3][4]されているルート株式会社の RTB2400 を採用した。表1に RTB2400 の仕様を示す。また、徳漁丸が移動局となることを考慮し、アンテナには E 面半値角  $9^\circ$  の 8 段コリニアアンテナ (6dBi) を選定した。



図2 第27徳漁丸(4.9t)

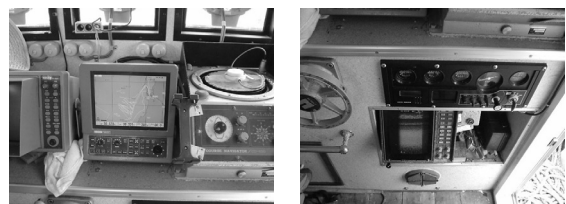


図3 GPS プロッタ(左)および魚群探知機(右)

表 1 RTB2400 の仕様

規格	小電力データ通信システム
変調方式	DSSS
周波数	2.4GHz
空中線電力	10mW/MHz 以下
信号速度	2Mbps
伝送距離	最大 5km

### 3.2 センサノード

移動局に搭載するセンサノードにはマイクロキューブ[5]を用いた。マイクロキューブは小型海洋観測ブイ[6]のプロトタイプにも採用した拡張性の高いスタックブル構造の汎用マイクロコンピュータボードである。CPU ボードにはシリアルインタフェースを 2 チャンネル有した H8/3069 ボードを選定し、LAN ボード、CF ボードを積み重ねることにより機能を拡張した(図4)。

マイクロキューブのシリアルポートには GPS および魚群探知機を接続しており、サーバは HTTP の GET コマンドでセンサ情報を取得することができる。なお、CF ボードにはコンパクトフラッシュを挿入しており、バックアップとしてセンサ情報を保存している。図 5 はブラウザでセンサノードにアクセスした際の画面表示である。

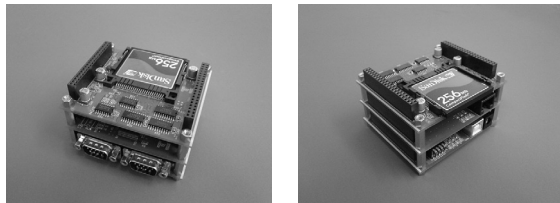


図 4 センサノード

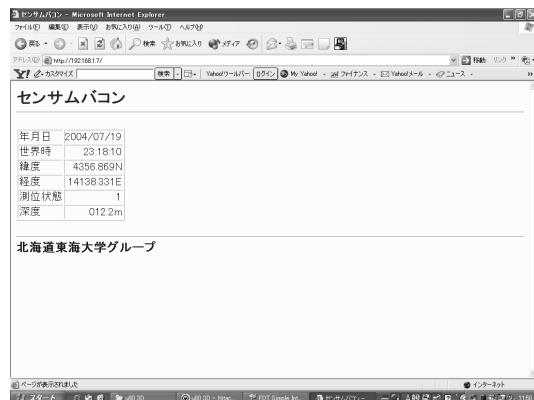


図 5 センサ情報

### 3.3 基地局の設置

基地局は海岸線の高台に位置する留萌市海のふるさと館 (N43° 56'46.7", E141° 37'47.1") に設置した。海のふるさと館からはナマコ桁曳網漁場全域を見渡すことができる。

基地局にはサーバを設置し、RTB2400 により構成されるネットワークセグメントを介して徳漁丸に設置したマイクロキューブと通信を行う。図 6 に構築したセンサネットワークシステムの概要を示す。サーバは ADSL 回線によりインターネットに接続しており、徳漁丸のセンサ情報をリアルタイムで確認することができる。

サーバには OS として RedHat9 をインストールし、Apache+PostgreSQL+PHP による WebDB を構築した。また、センサノードにポーリングを行い、取得したセンサ情報をデータベースに登録するプログラムを Perl 言語で記述した。データベースには日付、時刻、緯度、経度、測位ステータス、深度を一つのレコードとするテーブルを作成し、センサ情報を登録している。

基地局のアンテナはふるさと館の屋上に設置しており、海水面からのアンテナ高さは 31.5m である。一方、移動局のアンテナは徳漁丸のブリッジ上部に設置しており、アンテナ高は 3.8m である。図 7 にアンテナの設置状況を示す。

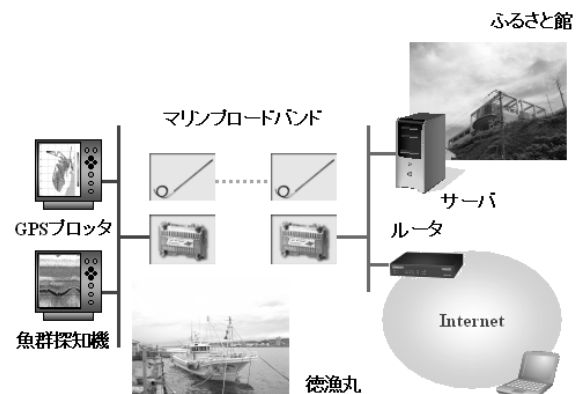


図 6 構築したセンサネットワークシステム



図 7 移動局 (左) および基地局 (右)

## 4. 実験

留萌におけるナマコ桁曳網漁は 6 月 15 日～8 月 31 日が漁期となっている、実験は平成 16 年の漁期に行った。操業中の船速は 1.5～2.0knot 程度であり、FCV-262 のデータ出力周期は 4 秒であることから、航跡上では 3～4m 間隔で三次元座標が取得されている。期間中の出漁日数は 45 日であり、データベースには 33,174 件のレコードが登録された。

図 8 に徳漁丸の航跡を示す。実験の結果、無線 LAN システムの最大伝送距離は 5,178m であり、仕様通りの性能であることを確認した。また、通信の安定性を評価するため、エラー率の伝送距離別ヒストグラムを作成した（図 9）。安定した通信状態におけるサーバからのポーリングに対するセンサノードの応答時間は 3～4 秒であることから、ここでは応答時間が 5 秒以上またはタイムアウトした場合をエラーとしている。ヒストグラムからは伝送距離が 5km を越えるとエラー率が高くなる傾向が見受けられた。なお、2.5km の層においてエラー率が高く検出されている理由としては、留萌港に帰港する際、基地局の北約 2km に位置する南防波堤を境として見通しが遮られることが原因であると考えられる。

図 10 はデータベースに登録された三次元座標群を解析し作成した海底地形図である。データ量が少ないことから海底の細かい起伏を表現することができていないものの、海底地形の特徴は十分に読み取ることができる。

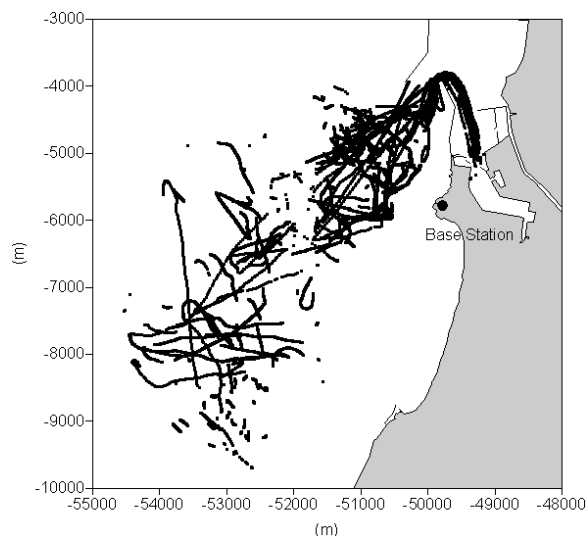


図 8 徳漁丸の航跡

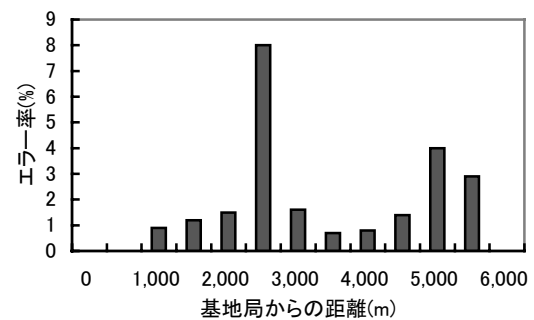


図 9 エラー率のヒストグラム

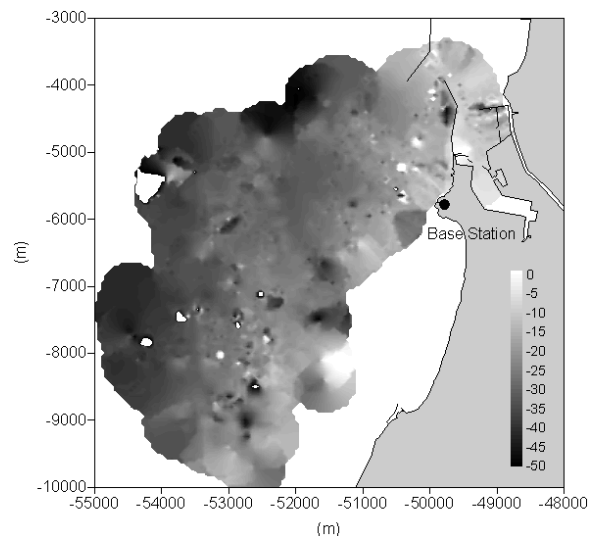


図 10 作成した海底地形図

## 5. おわりに

本報では、沿岸域に無線 LAN システムを用いたブロードバンド環境を構築し、小型漁船を移動局とするセンサネットワークシステムの評価を行った。そして、これまで二次利用されていなかった航海計器により取得したセンサ情報を蓄積し加工することにより、海底地形図の作成が行えることを示した。

例えばナマコ桁曳網漁では海底地形に合わせた操業航路を計画することができ、操業効率の向上が期待できる。また、水産増養殖の分野では種苗の放流地点の決定に役立てることにより成体の回収率の向上が期待できるほか、定置網漁では魚道の把握による漁獲の向上だけではなく、地形条件を活用した定置網の形状設計や設置を行うことが可能となり、設置コストの削減といった効果も期待できる。このように、海底地形図の活用

は生産効率の向上に大きく寄与するものである。

今後の課題としては、通信範囲の拡張が挙げられる。そこで、平成 19 年度はマリンプロードバンド構想を実施する。マリンプロードバンド構想とは、小型漁船の一般的な漁場とされている海岸線から 12 マイル（約 22km）の範囲内において、自由にアクセス可能なメガビットクラスの通信速度を持つブロードバンド環境の構築を目指すものである。

マリンプロードバンド構想には Strix System Inc.の OWS2400 を採用する。表 2 に OWS2400 の仕様を示す。OWS2400 は IEEE802.11j 規格のメッシュ型無線 LAN システムであり、動的にメッシュを構成し通信経路を構築することで通信範囲を拡張することができる。また、同時に多チャンネルでの通信が可能であることからマルチホップによる帯域低下が少ないという特徴を有している。図 11 にマリンプロードバンド構想の概念を示す。

平成 19 年度は徳漁丸を含む 2 隻の小型漁船を移動局として実験を行う計画である。また、三次元座標のように時間的変化の小さいセンサ情報だけではなく、風向風速や水温、潮流、資源分布など、時間的変化の大きいセンサ情報をリアルタイムで収集し共有を図る。これにより、センサ情報の相対的な評価が可能となり、例えば自船付近の水温が他船付近の水温に比べて高いのか、低いのかを容易に比較することができる。

マリンプロードバンド構想は、小型漁船を対象としたセンサネットワークシステムの構築だけではなく、これまでに提案を行ってきた小型海洋観測ブイやマリンレスキューシステム[7]の基幹ネットワークとしても活用可能であり、水産業における生産効率の向上と安全な操業環境の提供に大きく寄与するものと期待されている。

表 2 OWS2400 の仕様

規格	IEEE802.11j
変調方式	OFDM
周波数	4.9GHz
空中線電力	250mW 以下
信号速度	54Mbps
伝送距離	最大 22km

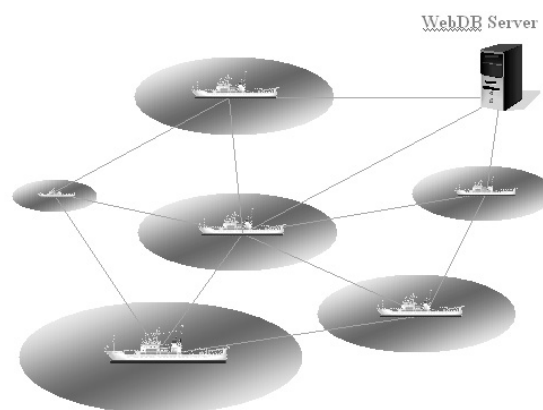


図 11 マリンプロードバンド構想

## 謝辞

実験にご協力をいただきました第 27 徳漁丸船長米倉宏氏ならびに留萌市役所、新星マリン漁業協同組合の皆様には厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 財団法人日本水路協会 HP  
<http://www.jha.or.jp/>
- [2] The National Marine Electronics Association  
<http://www.nmea.org/>
- [3] 浦上美佐子・富岡祐司・村井祐介・堀康之・藤中達也・藤井敬治・重安哲也・松野浩嗣：小型船舶を対象とした海上における無線 WAN の構築のための基礎実験と評価，電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集，54，pp.449-450(2003)
- [4] 浦上美佐子・松野浩嗣・岩崎寛希：海上無線 LAN を利用した小型船舶対象の安心ネットワーク構築，日本航海学会論文集，111，pp.173-180(2004)
- [5] マイクロキューブ HP  
<http://www.fun.ac.jp/~wada/microcube/>
- [6] 和田雅昭・畑中勝守・戸田真志，ホタテ養殖支援のための小型海洋観測ブイの開発，情報処理学会研究報告，2006-MBL-36/2006-UBI-10，pp.387-392(2006)
- [7] 和田雅昭，海中転落者のための救助支援システムの開発と評価，情報処理学会研究報告，2006-UBI-11，pp.31-38(2006)